В. Оствальдъ.

ПОБѢДА

НАДЪ НАУЧНЫМЪ МАТЕРЬЯЛИЗМОМЪ.

Рѣчь, произнесенная на третьемъ общемъ засѣданіи Съѣзда Нѣмецкихъ Естествоиспытателей и Врачей въ Любекѣ 8/20 сентября 1895 года.

Перевелъ съ нѣмецкаго

В. Г.

Отдѣльный оттискъ изъ популярно-научнаго журнала „Вѣстникъ Опытной Физики и Элементарной Математики“.

ЭКИС

Кат. изд. № 185.

ОДЕССА.
„Центральная Типографія“, уг. Авчинникова пер. и Почтовой ул., д. № 39.
1896.

В. Оствальдъ.

ПОБѢДА
НАДЪ НАУЧНЫМЪ МАТЕРЬЯЛИЗМОМЪ.

Рѣчь, произнесенная на третьемъ общемъ засѣданіи Съѣзда Нѣмецкихъ Естествоиспытателей и Врачей въ Любекѣ 8/20 сентября 1895 года.

Перевелъ съ нѣмецкаго
В. Г.



Отдѣльный оттискъ изъ популярно-научнаго журнала „Вѣстникъ Опытной Физики и Элементарной Математики“.



Кат. изд. № 185.

ОДЕССА.
„Центральная Типографія“, уг. Авчинникова пер. и Почтовой ул., д. № 39.
1896.

Дозволено цензурою. Одесса, 26-го Февраля 1896 года.

ПОБѢДА
надъ научнымъ матерьялизмомъ.

Рѣчь, произнесенная на третьемъ общемъ засѣданіи Съѣзда Нѣмецкихъ Естествоиспытателей и Врачей въ Любекѣ 8/20 сентября 1895 года профессоромъ химіи въ Лейпцигскомъ университетѣ Вильгельмомъ Оствальдомъ.

Во всѣ времена жаловались на то, что въ самыхъ важныхъ, въ самыхъ основныхъ вопросахъ, занимающихъ человѣчество, господствуетъ такъ мало единства. Только въ наши дни относительно одного изъ величайшихъ такихъ вопросовъ эти сѣтованія почти умолкли; если и существуютъ различныя несогласія, то все же можно утверждать, что рѣдко когда бы то ни было достигалось столь сравнительно большое согласіе по отношенію къ воззрѣнію на внѣшній міръ явленій, какъ въ нашъ вѣкъ естествознанія. Отъ математика и до практическаго врача каждый естественнонаучно мыслящій человѣкъ, на вопросъ, какъ онъ себѣ рисуетъ „внутреннюю сущность" мірозданія, отвѣтитъ, что, по его воззрѣнію, вещи состоятъ изъ подвижныхъ *атомовъ*, и что эти атомы, вмѣстѣ съ дѣйствующими между ними *силами*, суть послѣднія реальности, входящія въ составъ отдѣльныхъ явленій. Въ стократныхъ повтореніяхъ приходится слышать и читать то положеніе, что для физическаго міра не можетъ быть подыскано иного представленія, кромѣ того, при которомъ онъ сводится къ „механикѣ атомовъ"; матерія и движеніе являются въ качествѣ послѣднихъ представленій, къ которымъ можетъ быть сведено разнообразіе явленій природы. Это воззрѣніе можно назвать *научнымъ матеріализмомъ*.

Я имѣю въ виду высказать здѣсь свое убѣжденіе въ томъ, *что это столь общепринятое воззрѣніе неосновательно; что это механическое воззрѣніе на міръ не достигаетъ цѣли, ради которой оно было создано; что оно противорѣчитъ несомнѣннымъ, общеизвѣстнымъ и общепринятымъ истинамъ*. Заключеніе, которое должно быть выведено отсюда, не можетъ подлежать сомнѣнію: научно неосновательное воззрѣніе должно быть оставлено и, если возможно, замѣнено другимъ, лучшимъ. На естественно являющійся вопросъ, существуетъ ли это другое и лучшее воззрѣніе, должно, я полагаю, отвѣтить утвердительно. Сообразно съ этимъ, то, что я имѣю Вамъ сказать, Милостивые Государи, правильно подраздѣляется на двѣ части: на часть разрушающую и на часть созидающую. И въ этомъ случаѣ разрушеніе легче сози-

данія, и недостаточность обычнаго механическаго воззрѣнія докажется легче, нежели достаточность новаго, которое я могъ бы назвать *энергетическимъ*. Но если я теперь подчеркиваю, что это новое воззрѣніе уже имѣло случай оказаться полезнымъ въ столь исключительно благопріятной для спокойнаго разсмотрѣнія и безпощаднаго изслѣдованія области экспериментальной науки,—это можетъ дать основаніе если не для того, чтобы убѣдиться въ его истинности, то по меньшей мѣрѣ для того, чтобы признать его право на вниманіе.

Быть можетъ не излишне подчеркнуть съ самаго начала, что въ настоящее время дѣло идетъ для меня исключительно о естественнонаучномъ разборѣ вопроса. Я рѣшительно и безусловно воздерживаюсь отъ всѣхъ заключеній, которыя могутъ быть получены изъ этого вывода для другихъ областей, для области религіи и этики. Я дѣлаю это не вслѣдствіе пренебреженія къ значенію такихъ заключеній, но лишь потому, что мой выводъ былъ полученъ независимо отъ такихъ соображеній,— исключительно на почвѣ точной науки. А объ обработкѣ этой почвы тоже можно сказать, что кто кладетъ руку на плугъ и озирается назадъ, тотъ не созданъ для этой области. Ни страданіе, ни любовь къ кому бы то ни было не обязываютъ естествоиспытателя говорить, что онъ нашелъ,—и мы можемъ уповать на силу, что если честное изслѣдованіе ея и удалитъ насъ быть можетъ отъ прямого пути, то лишь на короткое время, но никакъ не надолго.

Я не могу не знать, что мое предпріятіе ставитъ меня въ противорѣчіе съ воззрѣніемъ людей, которые совершили великое въ наукѣ и на которыхъ мы всѣ взираемъ съ удивленіемъ. Да не припишутъ они моей гордости того обстоятельства, что я становлюсь съ ними въ противорѣчіе. Они вѣдь не назовутъ также гордостью, когда матросъ, стоящій на марсѣ, крикомъ „бурунъ впереди“ отклоняетъ съ его пути большое судно, на которомъ онъ самъ является лишь ничтожной служебной частью. Его обязанность возвѣщать о томъ, что онъ видитъ, и онъ поступилъ бы наперекоръ своей обязанности, если бы не исполнилъ этого. Въ такомъ же смыслѣ и я исполняю сегодня свою обязанность. Вѣдь никто изъ Васъ не обязанъ измѣнять своего научнаго курса только по моему клику „бурунъ впереди“; каждый изъ Васъ можетъ провѣрить, дѣйствительность ли то, что стоитъ передъ моими глазами, или же меня обманываетъ призракъ. Но такъ какъ я полагаю, что особый родъ научныхъ занятій, составляющій мое призваніе, даетъ мнѣ возможность познать въ настоящую минуту извѣстныя явленія яснѣе, чѣмъ они представляются съ другихъ точекъ зрѣнія, то я самъ долженъ былъ бы признать несправедливостью, если бы по внѣшнимъ причинамъ не сказалъ того, что я видѣлъ.

Чтобы оріентироваться въ безконечности міра явленій, мы всегда и вездѣ пользуемся однимъ и тѣмъ же научнымъ методомъ. Мы сопоставляемъ подобное съ подобнымъ и ищемъ общаго въ разнообразіи. Такимъ образомъ мы постепенно преодолѣваемъ безконечность нашего міра явленій, и одно за другимъ получаемъ для этой цѣли все болѣе и болѣе дѣйствительныя средства обобщенія. Отъ простого *перечня* мы

переходимъ къ *системѣ*, отъ нея—къ *закону природы*, а самая общая форма этого послѣдняго конденсируется въ *общую идею*. Мы замѣчаемъ, что явленія фактическаго міра, какъ ни неограничено ихъ разнообразіе, представляютъ однако только вполнѣ опредѣленные и отличные другъ отъ друга единичные случаи формально мыслимыхъ возможностей. Въ опредѣленіи *дѣйствительныхъ* случаевъ изъ числа *возможныхъ* и заключается значеніе законовъ природы, и форма, къ которой они всѣ могутъ быть сведены, состоитъ въ установкѣ *инваріанта*, — величины, которая остается неизмѣнной, хотя всѣ остальныя подверженныя опредѣленію величины измѣняются внутри возможныхъ и обозначенныхъ въ законѣ предѣловъ. Такъ мы видимъ, что историческое развитіе научныхъ воззрѣній всегда связывается съ открытіемъ и выработкой такихъ инваріантовъ; въ нихъ олицетворяются верстовые столбы пути познанія, по которому шло человѣчество.

Одинъ изъ такихъ инваріантовъ общаго значенія былъ найденъ въ понятіи о *массѣ*. Эта послѣдняя не только доставляетъ намъ постоянныя астрономическихъ законовъ, но оказывается не менѣе неизмѣнной при самыхъ тонкихъ измѣненіяхъ, которымъ мы можемъ подвергать объекты внѣшняго міра, при *химическихъ* процессахъ. Поэтому это понятіе оказалось въ высшей степени пригоднымъ для того, чтобы стать центромъ естественнонаучныхъ законностей. Правда, оно само по себѣ оказалось слишкомъ бѣднымъ по содержанію, чтобы служить для представленія разнообразныхъ явленій, а потому должно было быть соотвѣтственно расширено. Это и сдѣлали, предоставивши чисто механическому понятію о массѣ слиться съ рядомъ свойствъ, которые, какъ показываетъ опытъ, связаны съ массой и ей пропорціональны. Такъ произошло понятіе о *матеріи*, въ которомъ собрали все, что наши ощущенія связываютъ съ массой и что остается постоянно при ней: вѣсъ, протяженность, химическія свойства и т. п.,—и *физическій законъ* сохраненія массы перешелъ въ *метафизическую аксіому* сохраненія матеріи.

Важно замѣтить, что при этомъ распространеніи въ первоначально вполнѣ свободное отъ гипотезъ понятіе вкралось множество гипотетическихъ элементовъ. Въ частности химическій процессъ съ этой точки зрѣнія долженъ быть понимаемъ, вопреки очевидности, такъ, что матерія, подверженная химическому измѣненію, никогда не исчезаетъ и на ея мѣсто не является новая съ новыми свойствами. Напротивъ, этотъ взглядъ требовалъ допущенія, что если напр. всѣ ощутимыя свойства желѣза и кислорода и исчезли въ окиси желѣза, тѣмъ не менѣе желѣзо и кислородъ существуютъ въ происшедшемъ веществѣ и только пріобрѣли другія свойства. Мы такъ привыкли теперь къ подобному воззрѣнію, что намъ трудно чувствовать его странность, и даже абсурдность. Когда же мы разсудимъ, что все, что мы знаемъ объ опредѣленномъ веществѣ, есть лишь знаніе его свойствъ, то мы увидимъ, что утвержденіе, будто существуетъ опредѣленное вещество, которое однако не имѣетъ уже своихъ свойствъ,—не особенно далеко отъ чистой безсмыслицы. Фактически же это чисто формальное допущеніе служитъ намъ только для того, чтобы объединить общіе факты химическихъ процессовъ, въ особенности стехіометрическіе количественные законы, съ произвольнымъ понятіемъ о неизмѣнной въ самой себѣ матеріи.

Однако и расширенное такимъ образомъ понятіе о матеріи со всѣми необходимыми вспомогательными допущеніями не даетъ еще возможности охватить всю совокупность явленій, даже только лишь въ неорганическомъ мірѣ. Матерія мыслится какъ нѣчто *покоящееся*, *неизмѣнное*; чтобы при помощи этого понятія сдѣлать возможнымъ представленіе о постоянно измѣняющемся мірѣ, нужно его пополнить другимъ понятіемъ, независимымъ отъ этого, въ которомъ бы и выражалась эта измѣнчивость. Такое понятіе, чрезвычайно богатое слѣдствіями, и было дано *Галилеемъ*, творцомъ научной физики; это — концепція о *силѣ*, постоянной причинѣ движенія. *Галилей* открылъ *для измѣнчивыхъ явленій* свободнаго и несвободнаго паденія чрезвычайно важный инваріантъ; благодаря приросту силы тяжести, которая постоянна сама по себѣ, но дѣйствія которой все время суммируются, онъ далъ возможность вполнѣ представить себѣ этотъ процессъ. Какую важность имѣло это представленіе—это впослѣдствіи было показано *Ньютономъ*, которой,—благодаря своей идеѣ, что та же самая сила, измѣняющаяся въ зависимости отъ разстоянія, дѣйствуетъ между небесными тѣлами,—научно овладѣлъ всей совокупностью видимаго міра свѣтилъ. Этотъ то успѣхъ главнымъ образомъ и вызвалъ *убѣжденіе, что и всѣ другія физическія явленія, подобно астрономическимъ*, должны быть объясняемы при помощи тѣхъ же вспомогательныхъ средствъ. Когда же въ началѣ нашего столѣтія, благодаря трудамъ выдающихся, особенно французскихъ астрономовъ, оказалось, что ньютоновскій законъ тяготѣнія не только позволяетъ изображать движенія небесныхъ тѣлъ въ общихъ чертахъ, но даетъ еще возможность подробно изслѣдовать и второе приближеніе, причемъ также и небольшія отклоненія отъ типическихъ формъ движенія,—*пертурбаціи* могутъ быть вычислены съ тою же надежностью и точностью изъ того же закона, тогда довѣріе къ удачной *примѣнимости этого воззрѣнія должно было возрасти* въ необыкновенной мѣрѣ. Что могло быть естественнѣе ожиданія, что теорія, давшая возможность столь совершеннымъ способомъ представить движенія большихъ небесныхъ тѣлъ, должна быть также правильнымъ, даже единственнымъ средствомъ подчинить господству науки и процессы въ маломъ мірѣ атомовъ? Такъ произошло *механическое* воззрѣніе на природу, по которому всѣ явленія, происходящія въ мертвой природѣ, могутъ быть въ послѣдней инстанціи сведены ни къ чему иному, какъ лишь къ движенію атомовъ, совершающемуся по тѣмъ же законамъ, которые были открыты для движенія небесныхъ тѣлъ. Что это воззрѣніе изъ области неорганическаго міра было тотчасъ же перенесено и на живую природу—это явилось лишь необходимымъ слѣдствіемъ, разъ было дознано, что тѣ же законы, которые имѣютъ тамъ силу, требуютъ также и здѣсь сохраненія своихъ ненарушимыхъ правъ. Это воззрѣніе на міръ нашло свое классическое выраженіе въ идеѣ *Лапласа*, о „формулѣ міра", при помощи которой, сообразно съ механическими законами, каждое прошедшее и будущее событіе могло бы быть опредѣлено на почвѣ строгаго анализа. Для этого потребовался бы умъ, далеко превосходящій человѣческій, хотя и одинаковый съ нимъ по сущности и не отличающійся отъ него въ своей основѣ.

Обыкновенно не замѣчаютъ, въ сколь высокой степени это общераспространенное воззрѣніе гипотетично, даже метафизично; напротивъ,

на него привыкли смотрѣть, какъ на наиболѣе точную формулировку фактическихъ соотношеній. Вопреки этому мнѣнію надо подчеркнуть то обстоятельство, что подтвержденіе вытекающаго изъ этой теоріи слѣдствія, будто всѣ не механическіе процессы,—какъ процессы теплоты, лучедѣятельности, электричества, магнетизма, химизма,—въ дѣйствительности суть процессы механическіе, — *ни въ одномъ единственномъ случаѣ не было получено.* Ни въ одномъ единственномъ случаѣ не удалось представить дѣйствительныя соотношенія соотвѣтствующей механической системой такимъ образомъ, чтобы не оставалось никакого остатка. Правда, для многочисленныхъ отдѣльныхъ явленій давались съ большимъ или меньшимъ успѣхомъ механическіе образы; но когда пытались вполнѣ представить совокупность всѣхъ фактовъ, извѣстныхъ въ какой нибудь области, при помощи такого механическаго образа, то всегда и безъ исключенія оказывалось, что гдѣ нибудь между дѣйствительнымъ соотношеніемъ явленій и тѣмъ, которое должно бы быть по механическому образу, существуетъ неразрѣшимое противорѣчіе. Противорѣчіе это можетъ долго оставаться скрытымъ; исторія науки учитъ насъ однако, что оно раньше или позже непремѣнно выплываетъ наружу, и единственное, что можно вполнѣ увѣренно сказать о такихъ механическихъ образахъ или аналогіяхъ, которые обыкновенно называютъ механическими теоріями тѣхъ или иныхъ явленій,—это, что они непремѣнно когда нибудь разлетятся въ дребезги.

Прекрасный примѣръ этого доставляетъ исторія оптическихъ теорій. Пока вся оптика охватывала лишь явленія отраженія и преломленія, до тѣхъ поръ было возможно представлять ее при помощи установленной *Ньютономъ* механической схемы, по которой свѣтъ состоялъ изъ маленькихъ частицъ, прямолинейно извергаемыхъ свѣтящимися тѣлами и подчинявшихся законамъ подвижныхъ и вполнѣ упругихъ массъ. То обстоятельство, что другое механическое воззрѣніе,—защищавшаяся *Гюйгенсомъ* и *Ейлеромъ* теорія колебанія,—давало въ этомъ отношеніи столько же, сколько и первое, могло правда породить недовѣріе къ исключительной пригодности перваго воззрѣнія, но не было въ состояніи лишить его господства. Когда затѣмъ были открыты явленія интерференціи и поляризаціи, механическій образъ, данный *Ньютономъ*, оказался совершенно недостаточнымъ, и другое воззрѣніе, *теорія колебанія*, стало считаться доказаннымъ, такъ какъ изъ его положеній можно было вывести по крайней мѣрѣ главные факты новой области.

Но и продолжительность жизни теоріи колебанія какъ механической теоріи оказалась ограниченной, такъ какъ въ наши дни она тихо, безъ шума была похоронена и уничтожена электромагнитной теоріей свѣта. Если вскрыть ея трупъ, то причина смерти становится ясной: и она тоже испортилась въ своихъ механическихъ частяхъ. Гипотетическому эфиру, на котораго была возложена задача колебаться, приходилось выполнять эту задачу при исключительно неблагопріятныхъ условіяхъ. Ибо явленія поляризаціи требовали, чтобы колебанія были поперечны, а такія колебанія предполагаютъ твердое тѣло, вычисленія же *лорда Кельвина* наконецъ показали, что среда съ такими свойствами, какими долженъ бы обладать эфиръ, вообще неустойчива, а потому, какъ неизбѣжно приходится отсюда заключить, не можетъ физи-

чески существовать. Быть можетъ для того именно, чтобы избавить принятую теперь электромагнитную теорію свѣта отъ подобной же судьбы, незабвенный *Герцъ*, которому эта теорія столь многимъ обязана, нарочно отказывается видѣть въ ней что либо иное, кромѣ системы шести дифференціальныхъ уравненій. Этотъ заключительный пунктъ развитія много убѣдительнѣе, чѣмъ это могъ бы сдѣлать я, говоритъ противъ продолжительности пользы избранныхъ раньше теоретическихъ путей въ механической области.

Однако вѣдь эти теоріи были столь *плодовиты*, могутъ мнѣ сказать. Да, онѣ были столь же плодовиты благодаря суммѣ своихъ правильныхъ составныхъ частей, сколь онѣ стали вредны благодаря своимъ фальшивымъ составнымъ частямъ. Какія же ихъ части были правильны и какія фальшивы, это могло обнаружиться лишь благодаря продолжительному и дорогому опыту.

Выводъ изъ тѣхъ соображеній, которыя насъ до сихъ поръ занимали, чисто отрицателенъ: мы научились, чего не слѣдуетъ дѣлать, и, кажется, нѣтъ особенной пользы въ томъ, чтобы и дальше приводить такіе отрицательные результаты. Однако уже и здѣсь мы можемъ отмѣтить успѣхъ, который многимъ изъ васъ покажется небезполезнымъ. Мы находимъ на нашемъ пути возможность критически устранить одно воззрѣніе, которое въ свое время надѣлало не мало шума и причинило большія заботы многимъ изъ заинтересованныхъ лицъ. Я разумѣю общеизвѣстныя разсужденія, которыя были изложены знаменитымъ физіологомъ берлинскаго университета, *Эмилемъ дю Буа-Реймономъ*, сперва на собраніи естествоиспытателей въ Лейпцигѣ 23 года тому назадъ, а затѣмъ въ нѣкоторыхъ сочиненіяхъ, нашедшихъ обширный кругъ читателей, которыя касались видовъ на наше будущее познаніе природы и которыя сводятся ко много комментированному „*ignorabimus*". Въ длинномъ спорѣ, завязавшемся по поводу этой рѣчи, *дю Буа-Реймонъ*, насколько я могу видѣть, остался на дѣлѣ побѣдителемъ, не смотря на всѣ нападки, ибо всѣ его противники исходили изъ того же основного положенія, изъ котораго и онъ вывелъ свое *ignorabimus* и его выводы столь же надежны, какъ и это основное положеніе. Это основное положеніе, въ которомъ, между прочимъ, никто не сомнѣвался, есть *механическое воззрѣніе на міръ*, т. е. допущеніе, что разрѣшеніе явленій въ систему движущихся матеріальныхъ точекъ и есть та цѣль, которой можетъ достигнуть объясненіе природы. Но если это основное положеніе рушится,—а мы видѣли, что оно должно рушиться,— то съ нимъ вмѣстѣ падаетъ и *ignorabimus*, и для науки снова открывается свободная дорога.

Я не думаю, Милостивые Государи, что вы встрѣтите этотъ выводъ съ удивленіемъ; ибо если я могу судить по своему собственному опыту, то едва ли какой нибудь естествоиспытатель серьезно вѣрилъ въ это *ignorabimus*, хотя и не отдавали себѣ отчета, въ чемъ именно заключается слабая сторона этого вывода. И конечно выгода, доставленная отрицательной критикой механическаго міровоззрѣнія и состоящая въ формальномъ устраненіи этого грознаго призрака (*ignorabimus*), имѣетъ нѣкоторое значеніе для мыслителя, который ничего не могъ противопоставить неустранимой логикѣ доказательствъ *дю Буа-Реймона*.

То, что наглядности ради излагалось здѣсь относительно особыхъ случаевъ, имѣетъ, однако, значительно большую примѣнимость: устраненіе механической конструкціи міра касается основного положенія всего матеріалистическаго міровоззрѣнія, принимая этотъ терминъ въ научномъ смыслѣ. Если стремленіе объяснить механически извѣстныя намъ физическія явленія оказывается напраснымъ предпріятіемъ, терпящимъ въ концѣ концовъ неудачу при каждомъ отдѣльномъ серьезномъ опытѣ, то неизбѣжно является заключеніе, что это тѣмъ менѣе удастся при несравненно болѣе запутанныхъ явленіяхъ органической жизни. Тѣ же самыя принципіальныя возраженія сохраняютъ и здѣсь свое значеніе, и утвержденіе, что всѣ явленія природы могутъ быть сведены къ механическимъ, не имѣетъ права на названіе удобопримѣнимой рабочей гипотезы; оно является только лишь простымъ заблужденіемъ.

Яснѣе всего это заблужденіе выступаетъ по отношенію къ слѣдующимъ фактамъ. Механическія уравненія обладаютъ всѣ тѣмъ свойствомъ, что они допускаютъ измѣненіе знака для *величины времени*. Это значитъ, что совершенные теоретически процессы могутъ одинаково хорошо совершаться и впередъ и назадъ. Въ чисто механическомъ мірѣ не существовало бы поэтому понятій „раньше“ и „позже“ въ смыслѣ нашего міра; дерево могло бы опять превратиться въ черенокъ или въ сѣмя, бабочка—въ личинку, старикъ — въ ребенка. Для того факта, что этого не происходитъ, механическое міровоззрѣніе не даетъ никакого объясненія, и не можетъ дать никакого, благодаря упомянутому свойству механическихъ уравненій. Фактическая необратимость происходящихъ въ дѣйствительности явленій природы доказываетъ такимъ образомъ существованіе процессовъ, которые не могутъ быть выражены механическими уравненіями, а этимъ произнесенъ приговоръ научному матеріализму.

Мы должны поэтому,—кажется это съ полной достовѣрностью вытекаетъ изъ приведенныхъ соображеній,—окончательно отказаться отъ надежды *наглядно* представить себѣ физическій міръ, сведя явленія къ механикѣ атомовъ. Но, могутъ мнѣ сказать, если у насъ отнимутъ представленіе о подвижныхъ атомахъ, то какое же средство останется въ нашемъ распоряженіи, чтобы создать себѣ картину дѣйствительности? На такой вопросъ я могъ бы воскликнуть: не сотвори себѣ кумира елико подобія! Наша задача не состоитъ въ томъ, чтобы видѣть міръ въ болѣе или менѣе мутномъ или искривленномъ зеркалѣ, но въ томъ, чтобы видѣть его настолько непосредственно, насколько это позволяетъ намъ свойство нашего ума. Задача науки заключается въ томъ, чтобы ставить въ опредѣленныя отношенія другъ къ другу *реальности*, т. е. доступныя познанію и измѣренію величины, такъ что если нѣкоторыя изъ нихъ даны, остальныя могутъ быть просто выведены, и эта задача можетъ быть рѣшена не благодаря какой бы то ни было гипотетической картинѣ, а только лишь доказываніемъ взаимныхъ зависимостей измѣримыхъ величинъ.

Несомнѣнно путь этотъ длиненъ и труденъ, но онъ лишь одинъ является допустимымъ. Однако намъ не приходится идти по немъ съ горькимъ отреченіемъ по отношенію къ самимъ себѣ и съ надеждою, что онъ приведетъ когда нибудь нашихъ правнуковъ на желанную вы-

соту. Нѣтъ, мы сами являемся этими счастливцами, и самый богатый надеждами научный даръ, который истекающее столѣтіе можетъ предложить разсвѣтающему, есть замѣна механическаго міровоззрѣнія *энергетическимъ.*

Милостивые Государи! Я считаю здѣсь самымъ важнымъ подчеркнуть, что тутъ рѣчь идетъ не о чемъ нибудь безусловно новомъ, даннымъ лишь нашимъ днямъ. Нѣтъ, этимъ мы обладаемъ уже впродолженіи полустолѣтія, сами того не сознавая. Если куда нибудь подходитъ выраженіе „таинственно явно", то это именно сюда: ежедневно мы читали это воззрѣніе и мы его не понимали.

Когда 53 года тому назадъ *Юлій Робертъ Майеръ* открылъ впервые эквивалентность различныхъ силъ природы, или, какъ говорятъ теперь, эквивалентность различныхъ формъ энергіи, онъ сдѣлалъ важный шагъ въ положительномъ направленіи. Но, благодаря вѣчно повторяющемуся закону мышленія, новое понятіе никогда не воспринимается въ столь же чистомъ, непомраченномъ видѣ, въ какомъ оно было предложено. Воспринимающій понятіе, который самъ внутренно не пережилъ процесса, а получилъ это понятіе извнѣ, прежде всего стремится, насколько это возможно, къ тому, чтобы присовокупить новое къ уже существующему. Такимъ образомъ новая мысль искажается и если не становится ложной, то все же лишается своей лучшей силы. Эта особенность мышленія дѣйствуетъ до того сильно, что даже самъ открывшій новую идею не ускользаетъ отъ ея вліянія; такъ громадной умственной силы *Коперника* хватило на то, чтобы заставить солнце и землю обмѣняться мѣстами въ ихъ движеніи, но она оказалась недостаточной, чтобы охватить также и движенія прочихъ подвижныхъ звѣздъ въ ихъ простотѣ; для этихъ послѣднихъ онъ удержалъ доставшуюся въ наслѣдіе теорію эпицикловъ. Нѣчто подобное случилось и съ *Майеромъ.* Поэтому работа слѣдующихъ поколѣній, какъ это почти всегда бываетъ, состояла не въ пользованіи выводами изъ новаго познанія, но главнымъ образомъ въ томъ, чтобы устранить одну за другой непроизвольныя, неидущія къ дѣлу подмѣси, пока наконецъ основная мысль не обнаружилась во всей простотѣ своего величія.

Такая же эволюція можетъ быть открыта и въ интересующемъ насъ случаѣ. Послѣ того какъ *Ю. Р. Майеръ* установилъ свой законъ эквивалентности, его мысль объ эквивалентной превратимости различныхъ формъ энергіи оказалась слишкомъ странной, чтобы быть принятой непосредственно. И даже три изслѣдователя, которымъ мы больше всего обязаны благодарностью за проведеніе этого закона,—*Гельмгольцъ, Клаузіусъ* и *Вилліамъ Томсонъ,*—всѣ трое считали необходимымъ „объяснять" этотъ законъ тѣмъ, что всѣ различные роды энергіи одинаковы въ своей основѣ, а именно всѣ представляютъ собою *механическую* энергію. Такимъ образомъ достигли того, что казалось самымъ нужнымъ: непосредственнаго присоединенія этого закона къ господствующему механическому воззрѣнію на природу; но положительная сторона новой идеи при этомъ пропала.

Потребовалось цѣлое полустолѣтіе, пока созрѣло сознаніе, что эта гипотетическая подмѣсь къ закону энергіи не давала болѣе глубокаго его пониманія, но напротивъ—являлась отреченіемъ отъ самой важной

его стороны:—свободы его отъ какой бы то ни было произвольной гипотезы. И не сознаніе этого методическаго обстоятельства является для современнаго прогресса науки, поскольку онъ вообще существуетъ, рѣшительнымъ поводомъ къ отказу отъ механическаго толкованія, но окончательная неудача всѣхъ попытокъ удовлетворительно объяснить механически прочія формы энергіи.

Но, Милостивые Государи, вы съ нетерпѣніемъ желаете узнать, какъ это при помощи столь отвлеченнаго понятія, какъ понятіе объ энергіи, возможно составить міровоззрѣніе, которое могло бы сравниться съ механическимъ по ясности и наглядности. Отвѣтъ для меня не труденъ. Что мы воспринимаемъ отъ физическаго міра? Очевидно только то, что намъ доставляютъ о немъ наши органы чувствъ. Но какое же условіе должно быть выполнено, чтобы какой либо изъ этихъ органовъ пришелъ въ дѣйствіе? Мы можемъ вертѣть этотъ вопросъ какъ угодно, и не найдемъ ничего общаго для всѣхъ органовъ, кромѣ слѣдующаго: *органы чувствъ реагируютъ на различія между ихъ энергіей и энергіей окружающей среды.* Въ мірѣ, температура котораго повсюду была бы равна температурѣ нашего тѣла, мы никоимъ образомъ не могли бы узнать чего нибудь о теплотѣ, подобно тому, какъ мы не получаемъ никакого ощущенія отъ постояннаго атмосфернаго давленія, подъ которымъ живемъ; намъ удается познать его, только когда мы создаемъ пространства другого давленія.

Хорошо; это вы готовы признать. Кромѣ того вы не захотите отречься отъ матеріи, ибо должна же энергія имѣть *носителя.* Я же спрошу: почему? Если все, что мы ощущаемъ о внѣшнемъ мірѣ, есть лишь соотношенія его энергіи, то какое же у насъ есть основаніе принимать въ томъ же самомъ внѣшнемъ мірѣ что либо, о чемъ мы никогда ничего не узнавали? Да, отвѣтятъ мнѣ, но вѣдь энергія есть лишь нѣчто воображаемое, только абстракція, тогда какъ матерія есть дѣйствительность. Но я возражаю: *Наоборотъ!* Матерія есть плодъ мысли, который мы—довольно несовершенно—создали себѣ, чтобы представлять длящееся въ смѣнѣ явленій. Если же мы начинаемъ понимать, что дѣйствительное, т. е. то, что *дѣйствуетъ* на насъ, есть только энергія, то намъ остается размотрѣть, въ какомъ отношеніи находятся оба эти понятія, — и мы получимъ несомнѣнный выводъ, что сказуемое „реальна“ можетъ быть присуждено только энергіи.

Эта отличительная сторона новаго воззрѣнія выступить быть можетъ яснѣе, если я въ самомъ краткомъ историческомъ очеркѣ приведу вамъ образованіе понятія, о которомъ идетъ рѣчь. Мы уже видѣли, что успѣхъ науки отмѣчается нахожденіемъ все болѣе и болѣе общихъ *инваріантовъ*, и я указалъ уже па то, какъ первая изъ этихъ неизмѣнныхъ величинъ, масса, была расширена въ *матерію*, т. е. въ массу, снабженную объемомъ, вѣсомъ и химическими свойствами. Но уже a priori очевидно, что этого понятія было недостаточно, чтобы сквитоваться съ явленіями въ ихъ безпрестанной измѣнчивости,—и со временъ *Галилея* къ нему прибавили еще понятіе о *силѣ*, чтобы не остаться въ долгу и передъ этой стороной міра. Но силѣ не хватало свойства неизмѣнчивости, и послѣ того, какъ въ механикѣ были найдены въ лицѣ живой силы и величины работы функціи, которыя ока-

зались частными инваріантами, *Майеръ* открылъ въ лицѣ энергіи самый общій инваріантъ, господствующій надъ всей областью физическихъ силъ.

Сообразно съ этимъ историческимъ развитіемъ, матерія и энергія были осуждены на совмѣстное существованіе, и все, что умѣли говорить объ ихъ отношеніи другъ къ другу, — это, что онѣ по большей части бываютъ вмѣстѣ, или что матерія есть носитель или сосудъ энергіи.

Но дѣйствительно ли матерія и энергія отличны другъ отъ друга, какъ хотя бы тѣло и душа? Или же, напротивъ, то, что мы знаемъ и говоримъ о матеріи, уже содержится въ понятіи объ энергіи, такъ что при помощи одной лишь этой величины можно представить всю совокупность явленій? По моему убѣжденію отвѣтъ не допускаетъ сомнѣній. Въ понятіи о матеріи прежде всего заключается масса, т. е. способность вмѣщать энергію движенію, далѣе протяженность или объемная энергія, затѣмъ вѣсъ или особый родъ энергіи положенія, обнаруживающійся въ тяжести вообще, и наконецъ химическія свойства, т. е. химическая энергія. Все время приходится говорить объ энергіи, и если мы вообразимъ себѣ матерію, лишенной различныхъ родовъ энергіи, то не останется *ровно ничего*, даже и пространства, которое она занимала, ибо и это послѣднее познается только благодаря той энергіи, которую надо затратить, чтобы проникнуть въ него. Итакъ матерія есть ничто иное, какъ пространственно ассоціированная группа различныхъ энергій, и все, что мы желаемъ говорить о матеріи, мы говоримъ только объ этихъ энергіяхъ.

То, что я стараюсь здѣсь изложить, столь важно, что вы меня простите, если я постараюсь подойти ближе къ предмету еще и съ другой стороны. Позвольте мнѣ, Милостивые Государи, взять для этой цѣли самый сильный примѣръ, какой только я могу найти. Представьте себѣ, что вы получаете ударъ палкой! Что вы тогда почувствуете, палку или ея энергію? Отвѣтъ можетъ быть только одинъ: *энергію*. Ибо палка—добродушнѣйшій въ мірѣ предметъ, пока ею не начнутъ размахивать. Но вѣдь мы можемъ также наткнуться и на покоящуюся палку! Совершенно вѣрно: то, что мы чувствуемъ, это,—какъ было уже сказано,—*различія* въ состояніи энергіи относительно нашего аппарата чувствъ, а потому совершенно безразлично, палка ли движется противъ насъ, или мы противъ палки. Если же оба имѣютъ равныя и одинаково направленныя скорости, то палка не существуетъ для нашего осязанія, ибо тогда она не можетъ прійти съ нами въ соприкосновеніе и обусловить обмѣнъ энергіи.

Эти соображенія обнаруживаютъ, я надѣюсь, что дѣйствительно все то, что до сихъ поръ умѣли выражать при помощи понятій о веществѣ и о силѣ,—и даже много больше,—можетъ быть представлено посредствомъ понятія объ энергіи; дѣло заключается только въ перенесеніи свойствъ и законовъ, которые приписывались одной, на другую. Далѣе мы получаемъ еще и ту большую выгоду, что всѣ возраженія, соединенныя съ такимъ способомъ разсмотрѣнія, на которыя я указалъ въ первой части своихъ разсужденій, не имѣютъ здѣсь мѣста. Такъ

какъ мы не дѣлаемъ никакихъ предположеній о взаимной связи различныхъ родовъ энергіи, кромѣ тѣхъ, которыя даются закономъ сохраненія энергіи, то мы пріобрѣтаемъ свободу объективнаго изученія различныхъ свойствъ, присущихъ этимъ различнымъ родамъ энергіи, и сможемъ затѣмъ путемъ раціональнаго разсмотрѣнія и классификаціи этихъ свойствъ построить систему родовъ энергіи, которая дастъ намъ возможность точно познать ихъ сходства и различія, а потому въ научномъ отношеніи поведетъ насъ значительно дальше, нежели это можетъ сдѣлать сглаживающее эти различія гипотетическое допущеніе ихъ „внутренняго" тожества. Хорошій примѣръ того, на что я хочу здѣсь указать, мы находимъ въ кинетической гипотезѣ о газообразномъ состояніи, которая и теперь еще является довольно общепринятой. По этой послѣдней давленіе газа происходитъ отъ толчковъ движущихся его частицъ. Однако давленіе есть величина, не обладающая никакимъ пространственнымъ направленіемъ: газъ давитъ съ одинаковой силой по всѣмъ направленіямъ; толчекъ же происходитъ отъ движущагося предмета, а это движеніе обладаетъ опредѣленнымъ направленіемъ. Поэтому одна изъ этихъ двухъ величинъ никакъ не можетъ быть непосредственно сведена къ другой. Кинетическая гипотеза обходитъ это затрудненіе, искусственно устраняя присущее толчку свойство имѣть направленіе допущеніемъ, что толчки происходятъ одинаково, безъ различія по всѣмъ направленіямъ. Въ этомъ случаѣ удается искусственно подогнать другъ къ другу свойства различныхъ энергій; въ другихъ случаяхъ этого нельзя выполнить въ совершенствѣ. Такъ напр. факторы электрической энергіи, напряженіе и количество электричества, суть величины, которыя я предложилъ бы назвать *полярными*; это значитъ, что онѣ не могутъ быть обозначены только численнымъ значеніемъ, но обладаютъ еще и *знакомъ*, такимъ образомъ, что двѣ равныя величины противоположнаго знака даютъ въ суммѣ *нуль*, а не удвоенную величину. Въ механикѣ такія чисто полярныя величины неизвѣстны; въ этомъ и заключается причина, почему не удавалось найти хоть сколько нибудь приложимую механическую гипотезу для электрическихъ явленій.

Если бы и возможно было представить себѣ механическую величину, обладающую свойствами полярности, — а это быть можетъ и не невозможно и во всякомъ случаѣ заслуживаетъ детальнаго изслѣдованія, —то мы обладали бы матеріаломъ, который далъ бы возможность механически „сдѣлать наглядными" по крайней мѣрѣ нѣкоторыя стороны электрики. Конечно и здѣсь съ увѣренностью можно сказать, что дѣло коснется только нѣкоторыхъ сторонъ, и что несовершенство всѣхъ безъ исключенія механическихъ гипотезъ обнаружится и здѣсь и воспрепятствуетъ довести созданіе образа до конца.

Но если дѣйствительно законы явленій природы могутъ быть сведены къ законамъ соотвѣтствующихъ родовъ энергіи, то какое же преимущество это намъ даетъ? Прежде всего то важное преимущество, что такимъ образомъ становится возможной наука о природѣ, свободная отъ гипотезъ. Намъ больше нѣтъ нужды до силъ, которыхъ мы не можемъ доказать, дѣйствующихъ между атомами, которыхъ мы не можемъ наблюдать; мы, желая разобрать какой нибудь процессъ, имѣемъ дѣло

лишь съ родомъ и количествомъ выдѣляющейся и поглощаемой энергіи. Ее мы можемъ измѣрить, и все, въ знаніи чего мы нуждаемся, можетъ быть выражено въ такомъ видѣ. Какое это громадное методическое преимущество, — это будетъ ясно каждому, чья научная совѣсть терпѣла подъ гнетомъ безпрестаннаго смѣшенія фактовъ и гипотезъ, которыя намъ предлагаетъ современная физика и химія въ качествѣ раціональной науки. Энергетика и есть тотъ путь, на которомъ можетъ быть выполнено въ своемъ истинномъ смыслѣ столь часто дурно понимавшееся требованіе *Кирхгофа*, — такъ называемая замѣна *объясненія* природы *описаніемъ* явленій. Съ этимъ отсутствіемъ допущеній въ энергетической наукѣ соединяется одновременно методическая общность, которая, — можно смѣло сказать, — до сихъ поръ еще нигдѣ не была достигнута. Я уже указалъ на философское значеніе этого общаго принципа въ воззрѣніи на явленія природы; оно заключается въ самой природѣ предмета, но можно еще въ особенности указать, что благодаря этому философскому обобщенію получаются также и чрезвычайно громадныя преимущества при изученіи и пониманіи науки. Я приведу одинъ лишь примѣръ: такъ, мы можемъ утверждать, что всѣ равенства безъ исключенія, которыя связываютъ другъ съ другомъ два или больше родовъ явленій, необходимо должны быть равенствами между величинами энергіи; другія равенства вообще невозможны; это есть слѣдствіе изъ того обстоятельства, что вмѣстѣ съ пространствомъ и временемъ энергія является единственной величиной, общей всѣмъ безъ исключенія областямъ: такимъ образомъ между различными областями нельзя вообще приравнять другъ другу ничего иного, кромѣ тѣхъ величинъ энергіи, о которыхъ идетъ рѣчь.

Къ сожалѣнію я долженъ отказаться отъ того, чтобы показать здѣсь, какимъ образомъ громадное число соотношеній, отчасти уже извѣстныхъ, отчасти же новыхъ, могутъ быть написаны сразу и непосредственно, тогда какъ раньше они получались послѣ болѣе или менѣе обстоятельныхъ вычисленій. Точно такъ же я не могу изложить передъ вами и тѣхъ новыхъ сторонъ, которыя обнаруживаютъ въ свѣту общихъ энергетическихъ соображеній другія, извѣстныя уже раньше, хотя и не столь полно, положенія термодинамики, этой самой пространной части энергетики. Вѣдь все это должно имѣть мѣсто, если то, что я сказалъ вамъ раньше о значеніи новаго способа разсмотрѣнія, было обосновано. Мнѣ не нужно снова возвращаться къ этому.

Я не могу однако не сдѣлать заключительнаго вопроса. Когда удается познать значительную и плодотворную истину во всей простотѣ ея величія, то весьма легко склонны думать, что она заключаетъ въ себѣ все то, съ чѣмъ вообще имѣешь дѣло въ данной области. Эту ошибку приходится ежедневно наблюдать въ наукѣ и мнѣніе, коего опроверженію я посвятилъ половину предоставленнаго мнѣ времени, прямо вытекаетъ изъ такого заблужденія. Такимъ образомъ мы должны будемъ спросить себя: дѣйствительно ли энергія, столь необходимая и полезная для уразумѣнія природы, *достаточна* для этой цѣли? Или же существуютъ явленія, которыя не могутъ быть вполнѣ представлены извѣстными до сихъ поръ законами энергіи?

Милостивые Государи! Я думаю, что нельзя лучше удовлетворить отвѣтственности, которую я взялъ на себя сегодня своимъ изложеніемъ,

какъ только сказавши, что на этотъ вопросъ надо отвѣтить *„нѣтъ“*. Сколь ни несмѣтны преимущества, которыми обладаетъ энергетическое міровоззрѣніе сравнительно съ механическимъ или матеріалистическимъ, однако и теперь уже, мнѣ кажется, можно отмѣтить нѣкоторые пункты, которые не объясняются извѣстными главными положеніями энергетики и которые указываютъ поэтому на существованіе принциповъ, выходящихъ за ея предѣлы. Энергетика будетъ существовать наряду съ этими положеніями. Только въ будущемъ она не останется самымъ всеобъемлющимъ принципомъ—каковымъ мы еще должны признавать ее теперь, дающимъ возможность осилить явленія природы, но окажется повидимому частнымъ случаемъ еще болѣе общихъ соотношеній, о формѣ которыхъ мы въ настоящее время едва можемъ догадываться.

Милостивые Государи! Тѣмъ, что я только что сказалъ, я не боюсь понизить цѣну умственнаго успѣха, о которомъ у насъ шла рѣчь; я полагаю, что я ее нѣсколько повысилъ. Ибо снова мы встрѣчаемся съ тѣмъ положеніемъ, что наука нигдѣ не можетъ и не смѣетъ признать предѣла своему прогрессу и что во время сраженія о новомъ владѣніи глазъ не долженъ ослѣпляться тѣмъ, что за землей, которую сейчасъ стараются завоевать, тянутся еще далекія пространства, которыя также должны быть взяты когда нибудь позднѣе. Въ прежнія лишь времена бывало, что пыль и дымъ сраженія удерживали взоры въ узкихъ предѣлахъ поля битвы. Теперь этого уже не бываетъ; теперь мы стрѣляемъ,—или, по крайней мѣрѣ, должны бы стрѣлять,—бездымнымъ порохомъ, а потому и можемъ и обязаны не подвергаться ошибкамъ прошедшихъ временъ.